

Title	自走式ロボットによる環境マッピングと自己位置推定
Author(s)	勝田, 充輝
Citation	平成29年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書
Issue Date	2018-04
oaire:version	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/68121">https://hdl.handle.net/11094/68121</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 平成 29 年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書

ふりがな 氏 名	かつだ みつき 勝田 充輝	学部 学科	基礎工学部 電子物理学科	学年	2 年				
ふりがな 共 同 研究者氏名	にわ ひでと 丹羽 英人	学部 学科	基礎工学部 システム科学科	学年	2 年				
					年				
					年				
アドバイザー教員 氏名	おおくら ふみお 大倉 史生	所属	産業科学研究所						
研究課題名	自走式ロボットによる環境マッピングと自己位置推定								
研究成果の概要	研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。(先行する研究を引用する場合は、「阪大生のためのアカデミックライティング入門」に従い、盗作剽窃にならないように引用部分を明示し文末に参考文献リストをつけること。)								

## 1. 研究目的

LRF(Laser Rangefinder: レーザー測域センサ)を用いた環境地図作成と自己位置推定を実現し、NHK ロボコンにおける自己位置推定技術を向上させること。

## 2. 設計・研究方法

## 2-1 機構

Autodesk 社の Inventor を用いて 3DCAD による設計を行った。機体構造に関してはパソコンを搭載するということもあり、3 軸直交接続を多用した比較的剛性を高めたものにした。また、汎用性を高めるため、機体全体において 3 軸直交接続を基本とした直方体型とした。

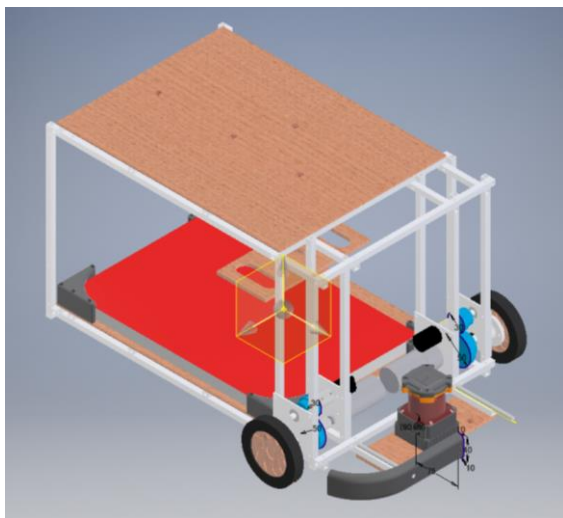


図 1.1 3DCAD によるロボットの設計の様子

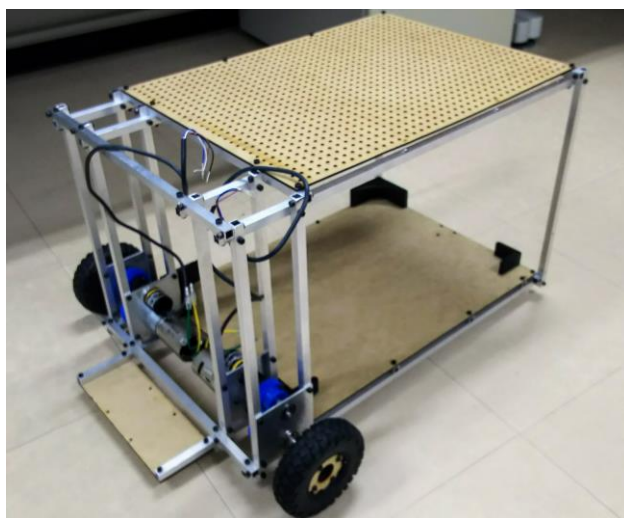


図 1.2 制作したロボットの様子

自走式ロボット機体の足回りに関してだが、運動理論が簡易な対向二輪とし、車輪 2 つと全方向

移動可能なものとした。また、LRF を保護するためにバネサスペンションを用いたバンパーの取り付けを行った。

接地面は対向二輪の動輪 2 つと全方向移動可能なボールキャスターの 3 点とし安定して接地できるものにした。そして、動輪 2 つにはカップリングを採用し 3 点が安定して接地できるものにした。

## 2-2 回路

メインマイコンとして LPC1769 の評価ボードを用いた。メインマイコンにおいてはモータ制御、エンコーダの読み取りやマッピング、自己位置推定結果による移動処理を可能なものにした。さらに、モータ制御のために自作モータドライバを用いた。メインマイコンとの相互通信には CAN 通信を用いるようにした。さらに、メインマイコンとは別に LRF の処理用としてノートパソコンを搭載した。このノートパソコンとメインマイコンは Serial 通信によって接続した。

LRF においては 12V を安定して必要とするため電池からの電源に安定化回路を用いて電源安定化するようにした。

## 2-3 制御

研究の目的は環境地図作成と自己位置推定を同時に行うことである。これは一般に SLAM(Simultaneous Localization And Mapping)問題と呼ばれる。この問題を解決する手法にはさまざまな実装が存在するが、本研究では ROS(Robot Operating System)に含まれるものを用いた。理由は ROS を動作させる環境の構築が容易であると考えたからである。

今回の研究で作成する環境地図は占有格子地図[1]と呼ばれるものである。占有格子の基本的な概念は、等間隔の格子に配置された確率変数で地図を表現するというものである。各確率変数はバイナリであり、それぞれがカバーしている場所が占有されているかどうかを表現する。占有格子地図の生成アルゴリズムは、これらの変数の事後推定値を近似的に計算する。

研究で用いたプログラムは格子ベース FastSLAM 2.0 と呼ばれる、パーティクルフィルタを用いたアルゴリズムをもとに作られたものである。このプログラムを選択した理由は環境にループ構造が存在していた場合でも地図上でループのとじ込みが可能であるのと、過去の先行研究[1]によって FastSLAM 2.0 が優れた確率的 SLAM 手法であると結論付けられているからである。

以下にその手法の概要を示す。[3]

### 1. 事前推定

エンコーダ等から取得できる動作モデルに従って粒子をばらまく  
観測に従ってばらまく位置を更新する

### 2. 観測更新 1

作成途中の地図情報を用いて、粒子の重みである尤度を計算する。

### 3. 地図更新

事前推定による状態値を利用して、粒子ごとに地図を更新する

### 4. 観測更新 2

重みが最大となる粒子の状態値と地図を現在の推定値とする。  
必要があれば重みの低い粒子を取り除いて新たにばらまく。

## 3. 動作確認

rqt\_graph というプログラムを用いて、ROS システム上で動作するプログラム(ノード)の通信関係を調べた結果、以下のような図が得られた。

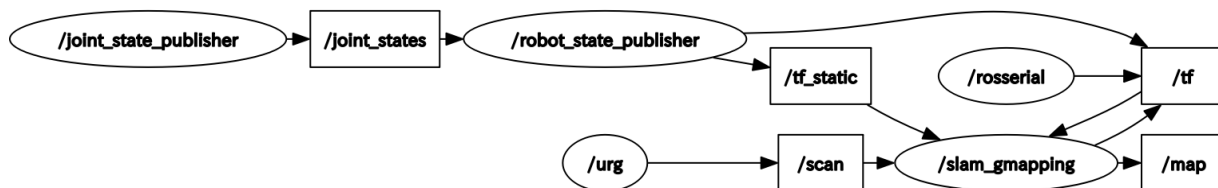


図 3.1 rqt\_graph によって得られた ROS グラフ

上図において、楕円で囲まれているのはプログラム(ノード)、長方形で囲まれているのはプログラムによって配信された情報(トピック)を表す。

/joint\_state\_publisher と /robot\_state\_publisher はロボットのローカル座標系から LRF への座標変換を、/roscpp はオドメトリ座標系からロボットのローカル座標系への座標変換を行う。SLAM を行うプログラムは /slam\_gmapping で、これは /urg から配信されているスキャンデータと /roscpp から配信されている座標変換情報を受け取って、地図情報である /map を配信する。

[2]

## 4. 評価実験

写真のようなテスト用フィールドで機体を走行させ、自己位置推定と環境地図作成を行った。



図 4.1 テスト用フィールドの俯瞰図

## 5. 実験結果

動作確認で示したソフトウェア構成で SLAM を行った結果、以下のような地図が得られた。

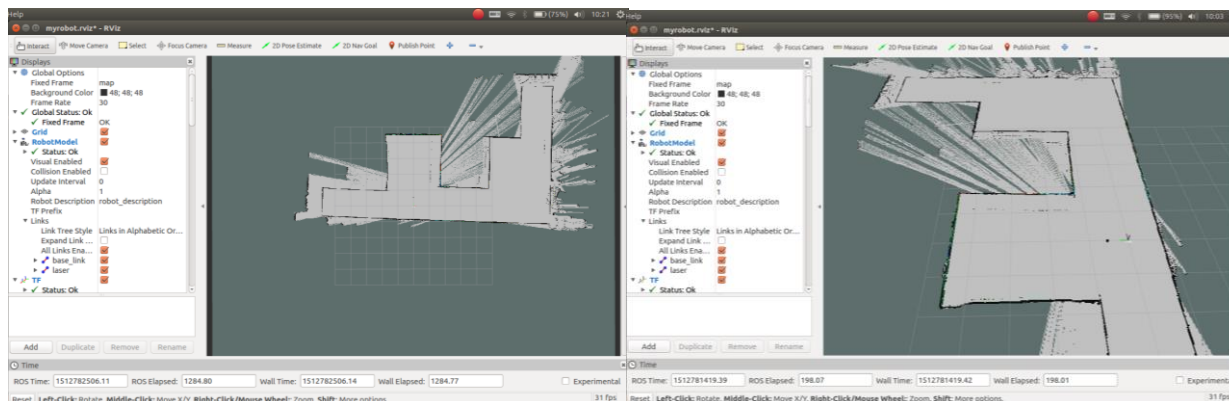


図 5.1 SLAM の様子

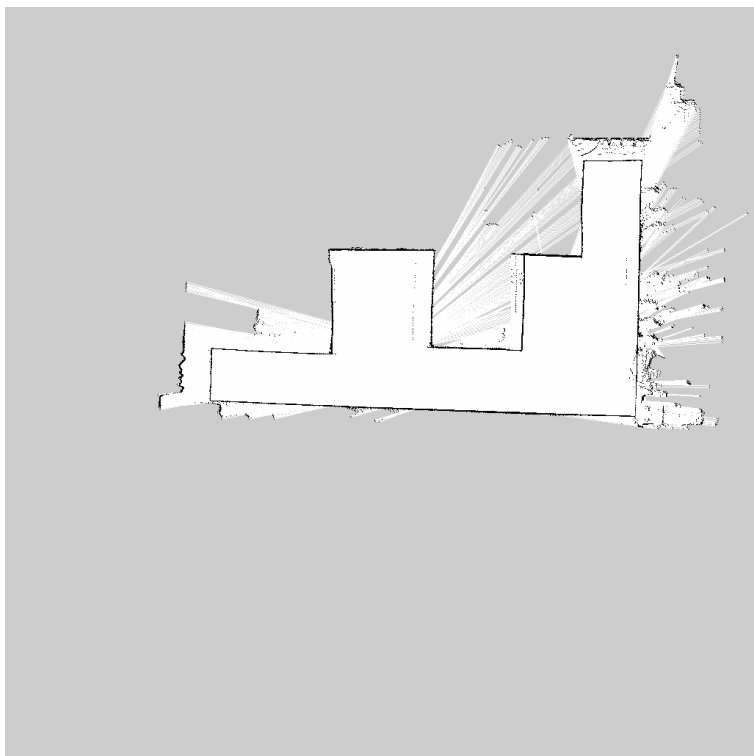


図 5.2 作成された地図

#### 6. 考察・今後の展望

結果から、問題なく自己位置推定と環境地図作成を行えていることが分かった。今後は、シリアル通信を用いてロボットに搭載されているマイコンに対して速度指令を送り、自立走行を行うことが目標となる。

これらの技術を応用すると、災害時など既存の地図情報では情報不足となる場合にロボットが活動しつつ地図を生成することができる。そしてそれらの情報を踏まえより精度高く自己位置の推定を行うことができるようになる。ゆえに効率よく人命の救助や捜索・災害復旧が行うことができるようになると考えられる。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂いたアドバイザー教員の大倉史生先生に感謝致します。  
また、テスト用フィールドの展開に協力してくださった大阪大学 Robohan の皆様に感謝します。

## 参照文献

- [1] S. Thrun, W. Burgard and D. Fox, 確率ロボティクス, 株式会社マイナビ, 2007.
- [2] “ROS Wiki,” [オンライン]. Available: <http://wiki.ros.org/Documentation>.
- [3] Moriken, “Navigation Stack を理解する - 4.3 gmapping(格子ベース Fast SLAM): 原理をみる (応用編), ” 24 7 2016. [オンライン]. Available: <https://qiita.com/MoriKen/items/0f2550a2adbdcd3da04e>.
- [4] M. Michael , T. Sebastian , K. Daphne , W. Ben , “FastSLAM: A Factored Solution to the Simultaneous” .